



(12) **Gebrauchsmuster**

**U1**

(11) Rollennummer 295 00 873.3

(51) Hauptklasse G01V 8/20

Nebenklasse(n) G01D 1/18 F16P 3/14  
G05B 23/00

(22) Anmeldetag 20.01.95

(47) Eintragungstag 16.03.95

(43) Bekanntmachung  
im Patentblatt 27.04.95

(30) Pri 12.07.94 DE 44 24 537.8

(54) Bezeichnung des Gegenstandes  
Lichtgitter mit einer Reihe nebeneinander  
angeordneter Lichtsender und diesen  
gegenüberliegender Lichtempfänger

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers  
Erwin Sick GmbH Optik-Elektronik, 79183  
Waldkirch, DE

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters  
Manitz, Finsterwald & Partner, 80538 München

20.01.95  
1

S/En-S 5755

Die Erfindung betrifft ein Lichtgitter mit einer Reihe nebeneinander angeordneter Lichtsender, die nacheinander und zyklisch zumindest im wesentlichen senkrecht zur Sender-Reihenordnung Lichtstrahlen durch ein Schutzfeld zu einer zumindest im wesentlichen parallel zur Sender-Reihenordnung verlaufenden Reihe nebeneinander angeordneter Lichtempfänger schicken und so das Schutzfeld zyklisch abtasten, wobei Lichtsender und Lichtempfänger an eine einen Sendetaktgeber aufweisende Steuer-Auswerteelektronik angelegt sind, die die Lichtsender zu vorbestimmten Zeiten für eine bestimmte Zeitdauer einschaltet und Lichtsender und Lichtempfänger derart einander zuordnet, daß in bestimmten Zeiten an einem Lichtempfänger zumindest von einem Lichtsender Licht erwartet wird und das eine von einem Gegenstand im Schutzfeld hervorgerufene Unterbrechung eines Lichtstrahls das Ausbleiben eines elektrischen Ausgangssignals an diesem Lichtempfänger zur Folge hat, wobei aus dem Ausbleiben eines elektrischen Ausgangssignals ein Warn- oder Alarmsignal abgeleitet werden kann, wobei in Abhängigkeit von einem oder mehreren an vorbestimmten Stellen oder in vorbestimmten Bereichen des Schutzfeldes stattfindenden, in der Steuer-Auswerteelektronik abgespeicherten Ereignissen, die eine Unterbrechung eines Lichtbündels hervorrufen, das Ausbleiben von Licht nicht zur Auslösung eines Warn- oder Abschaltsignals verwendet wird.

Derartige Lichtgitter werden verwendet, um flächig ausgedehnte Schutzfelder auf Eingriffe beispielsweise von Personen zu überwachen und beim Eingriff durch das Glied einer Person ein Warn- oder Abschaltsignal abzugeben, welches die Person beispielsweise durch ein optisches oder akustisches Signal warnt oder insbesondere eine hinter dem Schutzfeld angeordnete gefährliche Arbeitsmaschine abschaltet, um die in das Schutzfeld eingreifende Person vor Schaden zu bewahren.

295008 73

20.01.95

Ein Problem bei derartigen Lichtgittern besteht darin, daß beim Betrieb häufig gewollt und bewußt Gegenstände in das Schutzfeld eingebracht werden, die jedoch ein Alarm- oder Abschaltignal nicht auslösen sollen. Es kann sich hier zum Beispiel um eine ein durch das Schutzfeld hindurchlaufendes Förderband, eine im Schutzfeld angeordnete Rutsche oder um kleinere Gegenstände handeln, deren Eindringen in das Schutzfeld keinen gefährlichen Zustand darstellt.

Das Ziel der Erfindung besteht somit darin, ein Lichtgitter der eingangs genannten Gattung zu schaffen, welches ein Warn- oder Alarmsignal möglichst nur dann auslöst, wenn beispielsweise durch Eingreifen eines Gliedes einer Person in das Schutzfeld tatsächlich ein gefährlicher Zustand eingetreten ist, der die Abgabe eines Warn- oder Abschaltsignals unbedingt erforderlich macht. Mit anderen Worten soll ein intelligentes Lichtgitter geschaffen werden, welches zwischen ungefährlichen und vorprogrammierten Eingriffen in das Schutzfeld und Eingriffen, die ein Warn- oder Abschaltignal zur Folge haben sollen, unterscheiden kann.

Zur Lösung dieser Aufgabe kennzeichnet sich die Erfindung durch

- einen Speicher, in dem alle Ausgangssignale der Lichtempfänger gegebenenfalls nach Durchlaufen des Komparators bei jeder Abtastung ablegbar sind,
- und eine Abtast- und Vergleichsstufe, in der bei der nächsten Abtastung festgestellt wird, ob bei zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen zwei beabstandete Lichtbündel unterbrochen werden und welchen Abstand sie haben, und welche ein Warn- oder Abschaltignal nur dann abgibt, wenn bei zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen zwei beabstandete Lichtbündel unterbrochen werden.

295008 73

20.01.95  
3

Der Erfindungsgedanke ich also darin zu sehen, daß bestimmte wohl definierte Unterbrechungen des Schutzfeldes, die als ungefährlich eingestuft werden können, nicht zur Auslösung eines Alarm- oder Abschaltsignals führen.

Bevorzugt wird das Ausbleiben des elektrischen Ausgangs-signalen beim Auftreten des bzw. der Ereignisse zur Anzeige des Vorliegens des bzw. der Ereignisse verwendet. So kann z. B. bei Anordnung einer Rutsche im Schutzfeld durch Über-wachung der hierdurch hervorgerufenen Unterbrechungssignale die einwandfreie Anordnung der Rutsche innerhalb des Schutz-feldes überprüft werden.

Weiter ist es vorteilhaft, wenn das Ereignis wengistens ein sich mit vorbestimmter Mindestgeschwindigkeit durch das Schutzfeld bewegender Gegenstand ist und die Feststellung einer Lichtunterbrechung von zwei beabstandeten Lichtstrah-len bei zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen dann nicht als Warn- oder Abschaltsignal gewertet wird, wenn die durch den sich mit vorbestimmter Mindestgeschwindigkeit durch das Schutzfeld bewegten Gegenstand hervorgerufen sein kann. Auf diese Weise kann erreicht werden, daß durch das Schutzfeld im wesentlichen quer zur Lichtstrahlrichtung fliegende Funken kein Warn- oder Abschaltignal auslösen, sofern bei der Justierung des Lichtgitters die bekannte vorbestimmte Mindestgeschwindigkeit der Funken berücksichtigt wird.

Falls in der Umgebung des Schutzfeldes ein Strobe-Licht vorhanden ist, welches einen gerade empfindlichen Licht-empfänger beaufschlagen kann, ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß das Ereignis ein einzelner, den gerade aktiven Lichtempfänger übersteuernder Lichtblitz ist, denn hierdurch wird verhindert, daß ein einziges derartiges Ereignis innerhalb einer Abtastung ein Warn- oder Abschalt-signal auslöst. Die durch den Strobe-Lichtblitz erzeugte Übersteuerung hat nämlich die Wirkung, daß der betreffende Lichtempfänger geblendet bzw. gesättigt wird, was die gleichen Auswirkungen wie eine Unterbrechung des zu diesem

295008-73

20.01.95

4

Lichtempfänger normalerweise gelangenden Lichtgitter-Lichtstrahls hat.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel kennzeichnet sich dadurch, daß das Ereignis ein seine Position in definierter Weise veränderter Gegenstand ist und die Feststellung aller durch diesen Gegenstand hervorgerufenen Lichtunterbrechungen nicht als Warn- oder Abschaltsignal gewertet wird. Diese Ausführungsform ist für die Anordnung stationärer Gegenstände im Schutzfeld wie Förderbänder oder Rutschen bestimmt. Diese Ausführungsform wird besonders vorteilhaft zusammen mit dem Ausführungsbeispiel verwendet, bei dem das Ausbleiben des elektrischen Ausgangssignals beim Auftreten des bzw. der Ereignisse zur Anzeige des Vorliegens des bzw. der Ereignisse verwendet wird.

Vorteilhafterweise ist das Ereignis ein seine Position in definierter Weise verändernder Gegenstand, während die Feststellung aller durch diesen Gegenstand hervorgerufenen Lichtunterbrechungen nicht als Warn- oder Abschaltsignal gewertet wird. Diese Ausführungsform wird bei Anordnung von ihre Position in definierter Weise verändernden Gegenständen im Schutzfeld angewendet. Ein praktisches Beispiel für einen derartigen Gegenstand ist das abzukantende Material in einer Abkantpresse, welches in das Schutzfeld ragt.

Für die Ausblendung eines durch das Schutzfeld bewegten vorzugsweise größeren Gegenstandes ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Größenausdehnung des Gegenstandes in Abtastrichtung als Maß für die Nichtberücksichtigung der durch die hervorgerufene Lichtstrahlunterbrechung verwendet wird. Hier wird also allein die Größenausdehnung des Gegenstandes in Abtastrichtung herangezogen. Weiter ist es vorteilhaft, wenn zusätzlich der momentane Ort des Gegenstandes innerhalb des Schutzfeldes als Maß für die Nichtberücksichtigung der durch die hervorgerufene Lichtstrahlunterbrechung verwendet wird, wozu eine entsprechende Steuerleitung zwischen der dem Gegenstand durch das Schutzfeld bewegenden

295008 73

20.01.95  
5

Arbeitsmaschine und dem erfindungsgemäßen Lichtgitter vorhanden sein muß.

Die Erfindung kann weiter vorsehen, daß das Ereignis das Vorliegen eines oder mehrerer so kleiner bzw. dünner Gegenstände ist, daß sie maximal nur eine geringe Anzahl, insbesondere zwei bis fünf, vorzugsweise drei bis vier, benachbarter Lichtstrahlen abdecken, und daß bei gleichzeitiger Unterbrechung einer entsprechend geringen oder geringeren Anzahl von benachbarten Lichtbündeln kein Warn- oder Abschaltsignal ausgelöst wird. Diese Ausführungsform ist zweckmäßig, wenn durch das Schutzfeld beispielsweise dünne Drähte oder Leitungen geführt werden müssen, die kein Warn- oder Abschaltsignal auslösen sollen, weil ihre Führung durch das Schutzfeld einen normalen Betriebszustand darstellt.

Erfindungsgemäß wird gewährleistet, daß eine einzige Unterbrechung während einer einzelnen Abtastung des Schutzfeldes noch nicht zur Auslösung eines Warn- oder Abschaltsignals ausreicht. Hierdurch kann z. B. der Einfluß eines einen einzigen Lichtempfänger übersteuernden Lichtblitzes auf das Lichtgitter eliminiert werden.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kennzeichnet sich dadurch, daß die Ausgangsleitungen der Lichtempfänger in einem Empfangsteil der Steuer-Auswerteelektronik durch einen vom Sendertaktgeber gesteuerten Verteiler reell an einem Komparator angelegt sind, der auf eine Ansprechschwelle eingestellt ist. Hierdurch wird der Vorteil erzielt, nur Unterbrechungssignale, die eine bestimmte Minimalschwelle überschreiten, ausgewertet werden.

Eine weitere Ausführungsform kennzeichnet sich dadurch, daß die Abtast-Vergleichsstufe so geschaltet ist, daß sie ein Warn- oder Abschaltsignal nur dann abgibt, wenn der Abstand der unterbrochenen Lichtbündel geringer als ein vorgegebener Abstand ist, der kleiner als der minimale Weg ist, den ein

295008 73

20.01.95  
6

bestimmter Gegenstand, der kein Warn- oder Abschaltignal auslösen soll, quer zur Lichtstrahlrichtung zwischen zwei Abtastungen zurückliegt. Auf diese Weise wird bei zwei Strahlunterbrechungen in aufeinanderfolgenden Abtastungen auch noch berücksichtigt, ob diese durch ein so schnell durch das Schutzfeld sich hindurchbewegenden Gegenstand erfolgt, daß der Gegenstand jedenfalls nicht ein durch das Schutzfeld bewegter und zu schützender menschlicher Körperteil ist.

Um ein Lichtgitter wahlweise für einen normalen Betrieb ohne Ausblendung bestimmter Strahlen und auch für einen Spezialbetrieb mit Ausblendung bestimmter Strahlen beim Vorliegen definierter Ereignisse zu ermöglichen, ist nach einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform vorgesehen, daß das gegebenenfalls durch den Komparator und/oder die Abtastvergleichsstufe gegangene Ausgangssignal eines Lichtempfängers wahlweise direkt oder über eine Ereignisstufe und insbesondere eine Ausgangsschaltung an sie ein Warn- oder Abschaltsignal abgebende Ausgangsklemme angelegt ist.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Ereignisstufe eine Strahlmuster-Vergleichsstufe umfaßt, deren einem Eingang das gegebenenfalls durch den Komparator und/oder die Abtast-Vergleichsstufe gegangene Ausgangssignal der Lichtempfänger und deren anderem Eingang das Ausgangssignal eines Strahlmusterspeichers zugeführt ist, in dem die auszublendenden Lichtstrahlen abgespeichert sind, und wenn die Strahlmuster-Vergleichsstufe nur die Unterbrechungssignale zur Ausgangsschaltung bzw. der Ausgangsklemme durchläßt, die nicht durch die Strahlmuster-Vergleichsstufe ausgeblendet sind.

Hierbei wird vorteilhafter weiter vorgesehen, daß die Strahlmuster-Vergleichsstufe einen weiteren Ausgang zur Abgabe der ausgeblendeten Unterbrechungssignale beispielsweise zu einem Anzeigegerät aufweist.

Bevorzugt sieht die Erfindung weiter vor, über ein vom

295006 73

20.01.95  
7

Ausgangssignal der Lichtempfänger gegebenenfalls über den Komparator und/oder die Abtast-Vergleichsstufe beaufschlagtes Eingabegerät und insbesondere eine Paßwortstufe ein auszublendendes Strahlmuster in den Strahlmusterspeicher eingebbar ist.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung kennzeichnet sich weiter dadurch, daß der Strahlmusterspeicher auch an einer Auswerteeinheit zur Sammlung abgespeicherter Strahlmuster angeschlossen ist, die wiederum über ein weiteres Eingabegerät wahlweise und insbesondere über die Paßwortstufe an den Strahlmusterspeicher anschließbar ist.

Um das auszublendende Strahlmuster während des Betriebs z. B. bei einer Abkantpresse verändern zu können, ist erfindungsgemäß vorteilhafterweise weiter vorgesehen, daß der Strahlmusterspeicher einen Steuereingang aufweist, mittels dessen das auszublendende Strahlmuster zeitlich veränderbar ist, und zwar insbesondere durch den Steuerausgang einer Arbeitsmaschine gesteuert.

Für den Fall, daß die Auflösung des Gitters zwecks Nichterkennung kleiner Gegenstände verändert werden soll, sieht die Erfindung weiter vor, daß die Ereignisstufe für jedes Ausgangssignal eines Lichtempfängers einen Speicher aufweist und alle insgesamt alle Empfangssignale einer Abtastung des Schutzbeldes enthaltende Speicher an einen Rechner angegeschlossen sind, der jeweils mindestens zwei und vorzugsweise zwei bis fünf, insbesondere drei bis vier vorzugsweise von benachbarten Lichtstrahlen stammende Ausgangssignale zusammenfaßt und ein Warn- oder Alarmsignal dann abgibt, wenn alle zusammengefaßten Ausgangssignale eine Strahlunterbrechung anzeigen.

Weiter ist es erfindungsgemäß vorteilhaft, wenn die Ausgangssignale der Lichtempfänger gegebenenfalls über den Komparator und die Abtast-Vergleichsstufe an einen Wahlschalter mit wenigstens zwei, vorzugsweise drei bis vier Stellungen

295006 73

20.01.95:  
8

angelegt sind, der das ihm zugeführte Signal direkt oder über eine Konstant-Ausblend-Ereignisstufe und/oder über eine variable Ausblend-Ereignisstufe und/oder über eine Auflösungs-Reduzier-Ereignisstufe an die Ausgangsschaltung bzw. die Ausgangsklemme anlegt. Beim Vorliegen eines derartigen Wahlschalters können bei ein und demselben Lichtgitter verschiedene Arten von Ausblendungen vorgesehen werden.

Schließlich sieht die Erfindung als weitere Variante vor, daß die Ausgangsschaltung aus einem rücksetzbaren steuerbaren Schalter besteht, der durch einen Warn- oder Abschaltimpuls in seine Warn- oder Abschaltposition setzbar ist und bei bzw. durch Verschwinden des Hindernisses aus dem Schutzfeld rücksetzbar ist. Hierdurch wird gewährleistet, ein kurzer Warn- oder Abschaltimpuls in ein bis zur bewußten Rücksetzung dauerhaftes Warn- oder Abschaltsignal umgesetzt wird.

Die Erfindung wird im folgenden beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben; in dieser zeigt

Figur 1            eine schematische Darstellung eines Lichtgitters, bei dem die Erfindung angewendet werden kann;

Figur 2            eine blockschaltbildartige Darstellung einer bevorzugten Ausführungsform des Empfangsteils des Lichtgitters nach Figur 1,

Figur 3            eine blockschaltbildartige Darstellung von zwei Ausführungsformen einer Ereignisstufe, wie sie im Empfangsteil nach Figur 2 verwendet werden kann, die

Figuren 4 - 6      perspektivische Darstellungen von drei praktischen Anwendungen eines Lichtgitters gemäß der Erfindung;

295008 73

20.01.95

9

Figur 7 ein Ablaufdiagramm der Funktion der Ausführungsform nach Figur 3 mit variablem Strahlmuster,

Figur 8 eine blockschaltbildartige Darstellung einer weiteren Ausführungsform einer Ereignisstufe, wie sie im Empfangsteil nach Figur 2 verwendet werden kann, die

Figuren 9, 10 erläuternde Darstellungen der Grundauflösung bzw. der reduzierten Auflösung eines erfindungsgemäßen Lichtgitters und die

Figuren 11, 12 zwei Ausführungsbeispiele für die Anwendung eines erfindungsgemäßen Lichtgitters mit reduzierter Auflösung.

Nach Figur 1 weist ein erfindungsgemäßes Lichtgitter eine Sender-Reihenanordnung 44 von nebeneinander in gleichem geringen Abstand angeordneten Lichtsendern 11 auf, die jeweils aus einer Lichtquelle 11a und einer Frontlinse 11b bestehen. Jeder Lichtsender 11 kann in ein zu überwachendes Schutzfeld 13 einen Lichtstrahl 12 abgeben, der bei freiem Schutzfeld 13 an dessen Ende auf einen zugeordneten Lichtempfänger 14 auftrifft, der mit weiteren neben ihm angeordneten Lichtempfängern 14 eine Empfänger-Reihenanordnung 45 bildet. Jeder Lichtempfänger 14 besteht aus einem Fotoelement 14a und einer Frontlinse 14b, die das empfangene Licht auf dem Fotoelement 14a konzentriert.

Die Lichtsender 11 und die Lichtempfänger 14 sind über Leitungen 11' bzw. 14' mit einer Steuer-Auswerteelektronik 15 verbunden, welche einen Empfangsteil 15' und einen Sendeteil 15'' aufweist, der über einen Sendetaktgeber 21 und eine Ausgangsstufe 22 die Lichtsender 11 der Reihe nach ein- und wieder ausschaltet und dafür sorgt, daß dieses Arbeitsspiel zyklisch fortgesetzt wird. Der Sendetaktgeber

295008 73

20.01.95

10

21 sorgt außerdem dafür, daß beim Einschalten eines bestimmten Lichtsenders 11 der diesem zugeordnete Lichtempfänger 14 abgefragt wird, ob er Licht empfängt oder nicht.

Nach Figur 2 sind die Ausgangsleitungen 14' der Lichtempfänger 14 an einen gesteuerten Verteiler 20 angelegt, welcher jeweils diejenige Ausgangsleitung 14' an einen Komparator 23 anlegt, deren zugeordnete Lichtempfänger 14 gerade Licht vom eingeschalteten zugeordneten Lichtsender 11 erwartet. Bei ununterbrochenem Schutzfeld 13 entsteht am Ausgang des Komparators 23 beispielsweise ein L-Signal, bei unterbrochenem zugeordnetem Lichtstrahl 12 ein 0-Signal.

Der Ausgang des Komparators 23 ist einerseits an einen Speicher 24 angelegt, dessen Ausgang mit dem einen Eingang einer Abtast-Vergleichsstufe 25 verbunden ist. Außerdem liegt der Ausgang des Komparators 23 direkt am anderen Eingang der Abtast-Vergleichsstufe 25 an.

Jedes der bei einer bestimmten einzigen Abtastung gebildeten Empfangssignale wird im Speicher 24 festgehalten und bei der nächsten Abtastung zusammen mit den dabei gebildeten Ausgangssignalen der Abtast-Vergleichsstufe 25 zugeführt, wo jeweils ein Vergleich der beiden aufeinanderfolgenden Abtastungen durchgeführt wird. Normalerweise wird erst bei zwei in aufeinanderfolgenden Abtastungen vorkommenden Strahlunterbrechungen ein Warn- oder Abschaltsignal abgegeben. Erfindungsgemäß wird ein solches Signal jedoch dann nicht von der Abtast-Vergleichsstufe abgegeben, wenn zwei bei aufeinanderfolgenden Abtastungen unterbrochene Strahlen einen größeren Abstand als einen vorherbestimmten Abstand  $s$  haben.  $s$  ist dabei der Weg, den beispielsweise ein in Figur 1 schematisch angedeuteter Funke 16 senkrecht zur Richtung der Lichtstrahlen 12 und in der Schutzfeldebene in der Zeit zwischen zwei Abtastungen mindestens zurücklegt. Ist die minimale Funkengeschwindigkeit  $v$  und die Länge eines Abtastintervalls  $dt$ , dann gilt:

295008 73

20.01.95

11

$$s = v \cdot dt$$

Auf diese Weise wird verhindert, daß sich schnell über die Höhe des Schutzfeldes 13 bewegende Gegenstände wie Funken 16 ein Warn- oder Abschaltignal auslösen. Es ist jedoch dafür zu sorgen, daß die kritische Geschwindigkeit  $v$  so groß gewählt wird, daß sie beim Eingriff durch das Glied einer Person nicht überschritten wird.

Nach Figur 2 wird das so gebildete Ausgangssignal der Abtast-Vergleichsstufe 25 über einen Wahlschalter 43 entweder direkt oder über eine von drei Ereignsstufen 26, 27, 28 an eine Ausgangsschaltung 29 gegeben, deren Ausgang die Ausgangsklemme 30 der Steuer-Auswerteelektronik 15 bildet und beispielsweise an eine abzuschaltende Arbeitsmaschine angeschlossen sein kann.

Der Wahlschalter kann durch einen auch in Figur 1 angedeuteten Stellknopf 43' in die gewünschte Position gebracht werden.

Die Ereignsstufe 26 weist nach Figur 3 eine Strahlmuster-Vergleichsstufe 31 auf, deren einem Eingang das Ausgangssignal der Abtast-Vergleichsstufe zugeführt ist und dessen Ausgang an der Ausgangsschaltung 29 anliegt.

Der zweite Eingang der Strahlmuster-Vergleichsstufe 31 liegt am Ausgang eines Strahlmuster-Speichers 32 an, in welchem beispielsweise der Strahlbereich 13' bzw. 13'' der Schutzfelder 13 nach den Figuren 4 und 5 abgespeichert ist. Der Strahlbereich 13' nach Figur 4 befindet sich in Höhe des Förderbandes 17 und darauf durch das Schutzfeld 13 hindurch beförderter Produkte 17'. Weder das Förderband 17 noch die Produkte 17' lösen so ein Warn- oder Abschaltignal aus.

Nach Figur 5 befindet sich innerhalb des Schutzfeldes 13 eine fest angeordnete Rutsche 17'', wodurch ein Strahlbereich 13'' ausgeblendet wird, der in dem Strahlmuster-

295008 73

20.01.95

12

Speicher 32 nach Figur 3 abgespeichert wird.

Bei jeder Abtastung sorgt der Strahlmuster-Speicher 32 dafür, daß in der Strahlmuster-Vergleichsstufe 31 jeweils diejenigen Ausgangssignale der Lichtsender-Reihenanordnung 45 nicht berücksichtigt werden, die den Strahlbereichen 13' bzw. 13'' in den Figuren 4, 5 entsprechen.

Diese Signale werden jedoch bevorzugt an einem weiteren Ausgang 33 der Strahlmuster-Vergleichsstufe 31 zur Verfügung gestellt, so daß an einem Anzeigegerät 34 erkannt werden kann, ob das Förderband 17 nach Figur 4 bzw. die Materialrutsche 17'' nach Figur 5 richtig innerhalb des Schutzfeldes 13 angeordnet sind.

Um den Strahlmuster-Speicher 32 zu programmieren, ist er über eine Paßwortstufe 36 und einen Umschalter 39 an ein Eingabegerät 35 angeschlossen, welches von dem Ausgangssignal der Abtast-Vergleichsstufe 25 gespeist wird. Auf diese Weise kann beispielsweise das aus Figur 4 ersichtliche und durch den Strahlbereich 13' gebildete Strahlmuster in den Strahlmuster-Speicher 32 eingespeichert werden.

An den Ausgang des Strahlmuster-Speichers 32 kann auch noch eine Auswerteeinheit 37 angelegt werden, in der das Strahlmuster ebenfalls abgespeichert wird. Früher eingelernte und in der Auswerteeinheit 37 abgespeicherte Strahlenmuster können über ein weiteres Eingabegerät 38 und den entsprechend umgestellten Umschalter 39 ebenfalls über die Paßwortstufe 36 in den Strahlmuster-Speicher 32 eingegeben werden.

Während die bisher beschriebene Ereignisstufe 26 für die Ermöglichung der stationären Anordnung von Gegenständen wie 17, 17', 17'' nach den Figuren 4 und 5 im Schutzfeldbereich 13', 13'' vorgesehen sind, kann durch einen Steuereingang 40 am Strahlmusterspeicher 32 auch ein während des Betriebes veränderbares Strahlmuster berücksichtigt werden.

295008 73

20.01.95

13

Als Beispiel für eine derartige Anwendung ist in Figur 6 eine Abkantpresse 46 angegeben, aus der ein durch das Schutzfeld 13 hindurchlaufendes Blechmaterial 18 in eine Position 18' abgekantet wird. Durch geeignete Verbindung eines Steuerausganges 52 der Abkantpresse 46 mit dem Steuereingang 40 des Strahlmuster-Speichers 32 kann erreicht werden, daß im Strahlmuster-Speicher 32 gerade derjenige Bereich des Schutzfeldes 13 erfaßt wird, in dem sich das verarbeitete Blech 18 in diesem Augenblick gerade befindet. Dadurch können von der Strahlmuster-Vergleichsstufe 31 die betreffenden Bereiche bei der entsprechenden Abtastung unberücksichtigt bleiben.

Figur 7 gibt das Ablaufdiagramm für die Funktion des variablen Ausblendens von Schutzfeldstrahlen wieder.

Nach dem "Start" durch den ersten Sendestrahl eines Abtastvorganges wird zunächst bei "1" der erste Strahl bearbeitet. Bei "2" wird entschieden, ob der betreffende Strahl frei ist oder nicht. Ist er frei, wird bei "7" festgestellt, ob es sich um den letzten Strahl eines Abtastvorganges handelt oder nicht. Handelt es sich nicht um den letzten Strahl, wird über "10" die Bearbeitung des nächstfolgenden Strahles innerhalb des laufenden Abtastvorganges aktiviert, welcher dann erneut bei "1" bearbeitet und bei "2" darauf untersucht wird, ob der Strahl frei ist oder nicht. Ist der letzte Strahl eines Abtastvorganges frei, so wird nach einer entsprechenden Feststellung bei "2" über "7" und "9" der Ausgang (30 in Figur 2) eingeschaltet und somit ein Freigabesignal ausgelöst sowie gleichzeitig der Start des nächsten Abtastvorganges ausgelöst.

Wird bei "2" irgendein Strahl des Abtastvorganges als "nicht frei" bewertet, so wird bei "3" festgestellt, ob es sich um die erste Strahlunterbrechung dieses Abtastvorganges handelt oder nicht. Handelt es sich um die erste Strahlunterbrechung, so wird bei "4" die Position der ersten Strahlunterbrechung gespeichert.

295008 70

20.01.95

14

Bei "5" wird im Falle einer weiteren Strahlunterbrechung der Abstand zur ersten Strahlunterbrechung berechnet.

Wird dann in "6" festgestellt, daß der Abstand der beiden Strahlunterbrechungen größer als ein vorbestimmtes Strahlfenster ist, wird über "8" der Ausgang (30 in Figur 2) abgeschaltet, d. h. ein Warn- oder Alarmsignal abgegeben.

Wird bei "6" ein kleinerer Abstand der beiden Strahlunterbrechungen als das vorgegebene Strahlfenster festgestellt, wird bei "7" ermittelt, ob es sich um den letzten Strahl handelt oder nicht. Falls es sich nicht um den letzten Strahl handelt, wird über "10" die nächste Strahlbewertung ausgelöst. Handelt es sich dagegen um den letzten Strahl wird der nächste Startvorgang aktiviert.

Auf diese Weise wird ein Warn- oder Abschaltsignal über "8" nur dann ausgelöst, wenn zwischen einer festgestellten ersten und weiteren Strahlunterbrechung ein bestimmter Mindestabstand vorliegt. Dieser Mindestabstand entspricht einem bewußt in das Schutzfeld 13 eingebrachten Gegenstand, der ein Warn- oder Abschaltignal nicht auslösen soll. Aufgrund des Funktionsablaufes gemäß Figur 7 wird durch den betreffenden Gegenstand ein Warn- oder Abschaltignal unabhängig von der Position des Gegenstandes innerhalb des Schutzfeldes nicht ausgelöst.

Die vorstehend beschriebene Funktion "variables Ausblenden" wird benutzt, um Material durch das Schutzfeld zu führen, ohne daß dabei das Lichtgitter eine Unterbrechung des Schutzbeldes meldet. Die Funktion "variables Ausblenden" ist nützlich, wenn beispielsweise bei Abkantpressen 46 (Fig. 6) während des Biegevorganges das Lichtgitter aktiv bleiben soll, obwohl ein zu biegendes Teil 18, 18' sich im Schutzfeld 13 befindet. Oberhalb und unterhalb des Biegeteils 18, 18' soll die normale Warn- und Abschaltfunktion des Schutzfeldes wirksam sein.

295008 73

20.01.95

15

Nach Figur 11 werden bei einer Drahtwickelmaschine Drähte 19 durch das Schutzfeld 13 zu einer Aufwickelrolle 47 geführt. Da es sich hier um einen normalen Betriebszustand handelt, soll das Lichtgitter den Draht 19 nicht anzeigen.

Nach Figur 12 ist oberhalb einer begehbarer Grube 48 das Schutzfeld 13 unterhalb eines Rollenbremsprüfstandes 49 angeordnet, auf dem schematisch ein Fahrzeug 50 angedeutet ist. Von einem Steuergerät 51 führt ein Schlauch 19' durch das Schutzfeld 13 zum Rollenbremsprüfstand 49. Da es sich auch hier um einen normalen Betriebszustand handelt, soll der Schlauch 19' trotz seiner Hindurchführung durch das Schutzfeld 13 kein Warn- oder Abschaltignal für den Rollenbremsprüfstand 49 auslösen.

Um den Einfluß des Drahtes 19 nach Figur 11 bzw. des Schlauches 19' nach Figur 12 auf das Lichtgitter auszuschalten, wird erfindungsgemäß die Funktion einer reduzierten Auflösung vorgesehen.

Wenn nach Figur 9 die Grundauflösung des erfindungsgemäßen Lichtgitters durch die Summe aus dem Linsenabstand  $a$  und dem Linsendurchmesser  $d$  der Lichtempfänger 14 gegeben ist (vgl. auch Figur 1 oben), dann wird erfindungsgemäß gemäß Figur 10 die Auflösung dadurch reduziert, daß mehrere - beim Ausführungsbeispiel nach Figur 10 drei - Lichtstrahlen 12 bzw. Lichtempfänger 14 zu einer Strahl- bzw. Empfängergruppe zusammengefaßt werden, die aus  $m$ , vorliegend drei Einzelstrahlen bestehen. Die reduzierte Auflösung beträgt dann  $m.a + d$  bzw. im konkreten Ausführungsbeispiel  $3.a + d$ .

Verwirklicht werden kann die reduzierte Auflösung durch die Ausführungsform nach Figur 8.

Es werden jeweils die nacheinander auftretenden  $m$ , z. B. drei Ausgangssignale der Lichtempfänger 14 bzw. der Abtast-Vergleichsstufe 25 in  $m$  Speichern 41 (FIFO; "First-In, First-Out") abgespeichert und anschließend in einem

295008 73

20.01.95

16

nachgeschalteten Rechner 42 gemeinsam verarbeitet. Die Abtastung wird wegen der Start- und Endproblematik in den Speichern bei der ODER-Verknüpfung um virtuelle Strahlen am Abtastanfang und -ende ergänzt. Ist ein Strahl unterbrochen, so gilt  $S_n = 0$ . Ist ein Strahl frei, gilt dann  $S_n = 1$ . Am Ausgang der so gebildeten Ereignisstufe 28 erscheint ein Warn- oder Abschaltignal immer nur dann, wenn sämtliche Strahlen einer gebildeten Strahlgruppe  $S_n - S_{n-m}$  von einem Gegenstand im Schutzfeld 13 unterbrochen sind.

Wenn ein neuer Lichtstrahl 12 innerhalb des Abtastvorganges erscheint, werden die in den Speichern 41 gespeicherten Signale jeweils um einen Speicher weitergeschoben.

Während bei der vorstehend beschriebenen Ereignisstufe mit Einzelstrahlabtastung gearbeitet wird, kann auch eine Mehrstrahlabtastung vorgesehen sein; in diesem Falle werden stets  $m$  vorzugsweise benachbarte Lichtstrahlen 12 einer Strahlgruppe gleichzeitig aktiviert. Die simultanen Meßwerte an dem zugeordneten Lichtempfänger 14 werden dann anschließend in einem Rechner weiter verarbeitet.

295006 73

20.01.95

B E Z U G S Z E I C H E N L I S T E

- 11 Lichtsender
- 12 Lichtstrahl
- 13 Schutzfeld
- 14 Lichtempfänger
- 14' Ausgangsleitung
- 15 Steuer-Auswerteelektronik
- 15' Empfangsteil
- 15'' Sendeteil
- 16 Funken
- 17 fest im Schutzfeld angeordneter Gegenstand
- 17' Produkt
- 17'' Rutsche
- 18 Blech
- 18' abgekantetes Blech
- 19 Draht
- 19' Schlauch
- 20 gesteuerter Verteiler
- 21 Sendetaktgeber
- 22 Ausgangsstufe
- 23 Komparator
- 24 Speicher
- 25 Abtast-Vergleichsstufe
- 26 Ereignisstufe
- 27 Ereignisstufe
- 28 Ereignisstufe
- 29 Ausgangsschaltung
- 30 Ausgangsklemme
- 31 Strahlmuster-Vergleichsstufe
- 32 Strahlmusterspeicher
- 33 weiterer Ausgang

295008 73

20.01.95

34 Anzeigegerät  
35 Eingabegerät  
36 Paßwortstufe  
37 Auswerteeinheit  
38 weiteres Eingabegerät  
39 Umschalter  
40 Steuereingang  
41 Speicher (FIFO)  
42 Rechner  
43 Wahlschalter  
44 Sender-Reihenanordnung  
45 Empfänger-Reihenanordnung  
46 Abkantpresse  
47 Aufwickelrolle  
48 Grube  
49 Rollenbremsprüfstand  
50 Fahrzeug  
51 Steuergerät  
52 Steuerausgang

295008 73

20.01.95

S C H U T Z A N S P R Ü C H E

1. Lichtgitter mit einer Reihe nebeneinander angeordneter Lichtsender (11), die nacheinander und zyklisch zumindest im wesentlichen senkrecht zur Sender-Reihen-anordnung (44) Lichtstrahlen (12) durch ein Schutzfeld (13) zu einer zumindest im wesentlichen parallel zur Sender-Reihenordnung (44) verlaufenden Reihe nebenein-ander angeordneter Lichtempfänger (14) schicken und so das Schutzfeld (13) zyklisch abtasten, wobei Lichtsender (11) und Lichtempfänger (14) an eine einen Sendetakt-geber (21) aufweisende Steuer-Auswerteelektronik (15) angelegt sind, die die Lichtsender (11) zu vorbestimmten Zeiten für eine bestimmte Zeitdauer einschaltet und Lichtsender (11) und Lichtempfänger derart einander zuordnet, daß in bestimmten Zeiten an einem Lichtempfän-ger (14) zumindest von einem Lichtsender (11) Licht erwartet wird und das eine von einem Gegenstand im Schutzfeld (13) hervorgerufene Unterbrechung eines Lichtstrahls (12) das Ausbleiben eines elektrischen Ausgangssignals an diesem Lichtempfänger (14) zur Folge hat, wobei aus dem Ausbleiben eines elektrischen Ausgangssignals ein Warn- oder Alarmsignal abgeleitet werden kann, wobei in Abhängigkeit von einem oder mehreren an vorbestimmten Stellen oder in vorbestimmten Bereichen des Schutzfeldes (13) stattfindenden, in der Steuer-Auswerteelektronik (15) abgespeicherten Ereig-nissen, die eine Unterbrechung eines Lichtbündels (12) hervorrufen, das Ausbleiben von Licht nicht zur Auslö-sung eines Warn- oder Abschaltsignals verwendet wird,  
g e k e n n z e i c h n e t durch  
- einen Speicher (24), in dem alle Ausgangssignale der Lichtempfänger (14) gegebenenfalls nach Durchlaufen

295006 73

20.01.95

2

des Komparators (23) bei jeder Abtastung ablegbar sind,

- und eine Abtast- und Vergleichsstufe (25), in der bei der nächsten Abtastung festgestellt wird, ob bei zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen zwei beabstandete Lichtbündel (12) unterbrochen werden und welchen Abstand sie haben, und welche ein Warn- oder Abschaltignal nur dann abgibt, wenn bei zwei aufeinanderfolgenden Abtastungen zwei beabstandete Lichtbündel (12) unterbrochen werden.

2. Lichtgitter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangsleitungen (14') der Lichtempfänger (14) in einem Empfangsteil (15') der Steuer-Auswerteelektronik (15) durch einen vom Sendetaktgeber (21) gesteuerten Verteiler (20) seriell an einen Komparator (23) angelegt sind, der auf eine Ansprechschwelle eingestellt ist.

3. Lichtgitter nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, daß die Abtast-Vergleichsstufe (25) so geschaltet ist, daß sie ein Warn- oder Abschaltignal nur dann abgibt, wenn der Abstand der unterbrochenen Lichtbündel (12) geringer als ein vorgegebener Abstand ist, der kleiner als der minimale Weg ist, den ein bestimmter Gegenstand (16), der kein Warn- oder Abschaltignal auslösen soll, quer zur Lichtstrahlrichtung zwischen zwei Abtastungen zurücklegt.

4. Lichtgitter nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet, daß das gegebenenfalls durch den Komperator (23) und/oder die Abtast-Vergleichsstufe (25) gegangene Ausgangssignal eines Lichtempfängers (14) wahlweise direkt oder über eine Ereignisstufe (26, 27, 28) und insbesondere eine Ausgangsschaltung (29) an die ein Warn- oder Abschaltignal abgebende Ausgangsklemme (30) ange-

295006 73

20.01.95

3

legt ist.

5. Lichtgitter nach Anspruch 4,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ereignisstufe (26) eine Strahlmuster-Vergleichsstufe (31) umfaßt, deren einem Eingang das gegebenenfalls durch den Komparator (23) und/oder die Abtast-Vergleichsstufe (25) gegangene Ausgangssignal der Lichtempfänger (14) und deren anderem Eingang das Ausgangssignal eines Strahlmusterspeichers (32) zugeführt ist, in dem die auszublendenen Lichtstrahlen (12) abgespeichert sind, und daß die Strahlmuster-Vergleichsstufe (31) nur die Unterbrechungssignale zur Ausgangsschaltung (29) bzw. der Ausgangsklemme (31) durchläßt, die nicht durch die Strahlmuster-Vergleichsstufe (31) ausgeblendet sind.
6. Lichtgitter nach Anspruch 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Strahlmuster-Vergleichsstufe (31) einen weiteren Ausgang (33) zur Abgabe der ausgeblendeten Unterbrechungssignale beispielsweise zu einem Anzeigegerät (34) aufweist.
7. Lichtgitter nach Anspruch 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß über ein vom Ausgangssignal der Lichtempfänger (14) gegebenenfalls über den Komparator (23) und/oder die Abtast-Vergleichsstufe (25) beaufschlagtes Eingabegerät (35) und insbesondere eine Paßwortstufe (36) ein auszublendendes Strahlmuster in den Strahlmusterspeicher (32) eingebbar ist.
8. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 5 bis 7,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Strahlmusterspeicher (32) auch an einer Auswerteeinheit (37) zur Sammlung abgespeicherter Strahlmuster angeschlossen ist, die wiederum über ein weiteres

295008 73

20.01.95  
4

Eingabegerät (38) wahlweise und insbesondere über die Paßwortstufe (36) an den Strahlmusterspeicher (32) anschließbar ist.

9. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Strahlmusterspeicher (32) einen Steuereingang (40) aufweist, mittels dessen das auszublendende Strahlmuster zeitlich veränderbar ist, und zwar insbesondere durch den Steuerausgang (52) einer Arbeitsmaschine (46) gesteuert.
10. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Ereignisstufe (28) für jedes Ausgangssignal eines Lichtempfängers (14) einen Speicher (41) aufweist und alle insgesamt alle Empfangssignale einer Abtastung des Schutzbeldes (13) enthaltende Speicher (41) an einen Rechner (42) angeschlossen sind, der jeweils mindestens zwei und vorzugsweise zwei bis fünf, insbesondere drei bis vier vorzugsweise von benachbarten Lichtstrahlen (12) stammende Ausgangssignale zusammenfaßt und ein Warn- oder Alarmsignal dann abgibt, wenn alle zusammengefaßten Ausgangssignale eine Strahlunterbrechung anzeigen.
11. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausgangssignale der Lichtempfänger (14) gegebenenfalls über den Komparator (23) und die Abtast-Vergleichsstufe (25) an einen Wahlschalter (43) mit wenigstens zwei, vorzugsweise drei bis vier Stellungen angelegt sind, der das ihm zugeführte Signal direkt oder über eine Konstant-Ausblend-Ereignisstufe (26) und/oder über eine variable Ausblend-Ereignisstufe (27) und/oder über eine Auflösungs-Reduzier-Ereignisstufe (28) an die Ausgangsschaltung (29) bzw. die Ausgangsklemme (30) anlegt.

295008 73

20.01.95

5

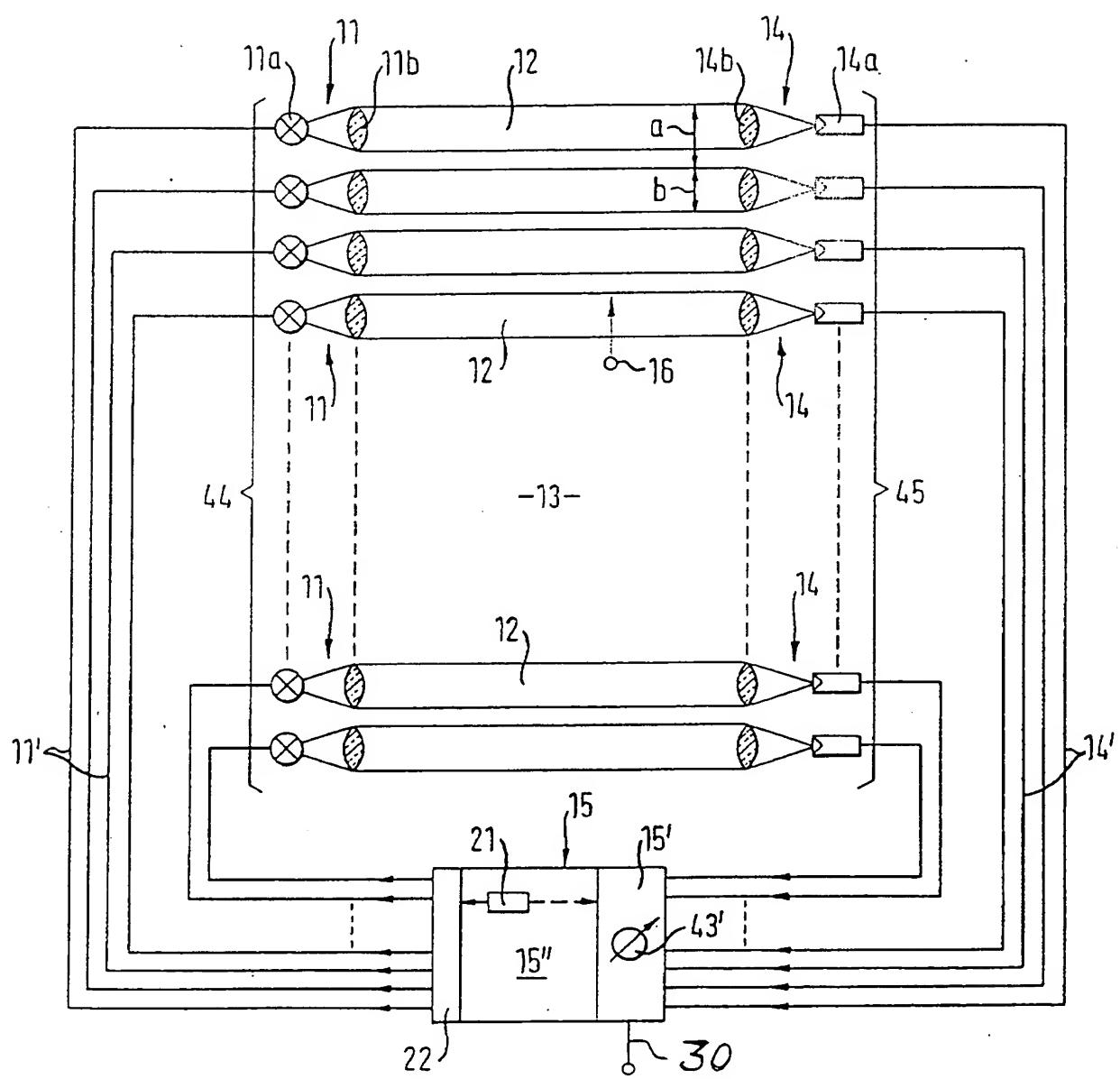
12. Lichtgitter nach einem der Ansprüche 1 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ausgangsschaltung (29) aus einem rücksetzbaren  
steuerbaren Schalter besteht, der durch einen Warn- oder  
Abschaltimpuls in seine Warn- oder Abschaltposition  
setzbar ist und bei bzw. durch Verschwinden des  
Hindernisses aus dem Schutzfeld (13) rücksetzbar ist.

295006 73

20.01.95

1/5

Fig. 1



295008 73

20.01.95

2/5

Fig. 2

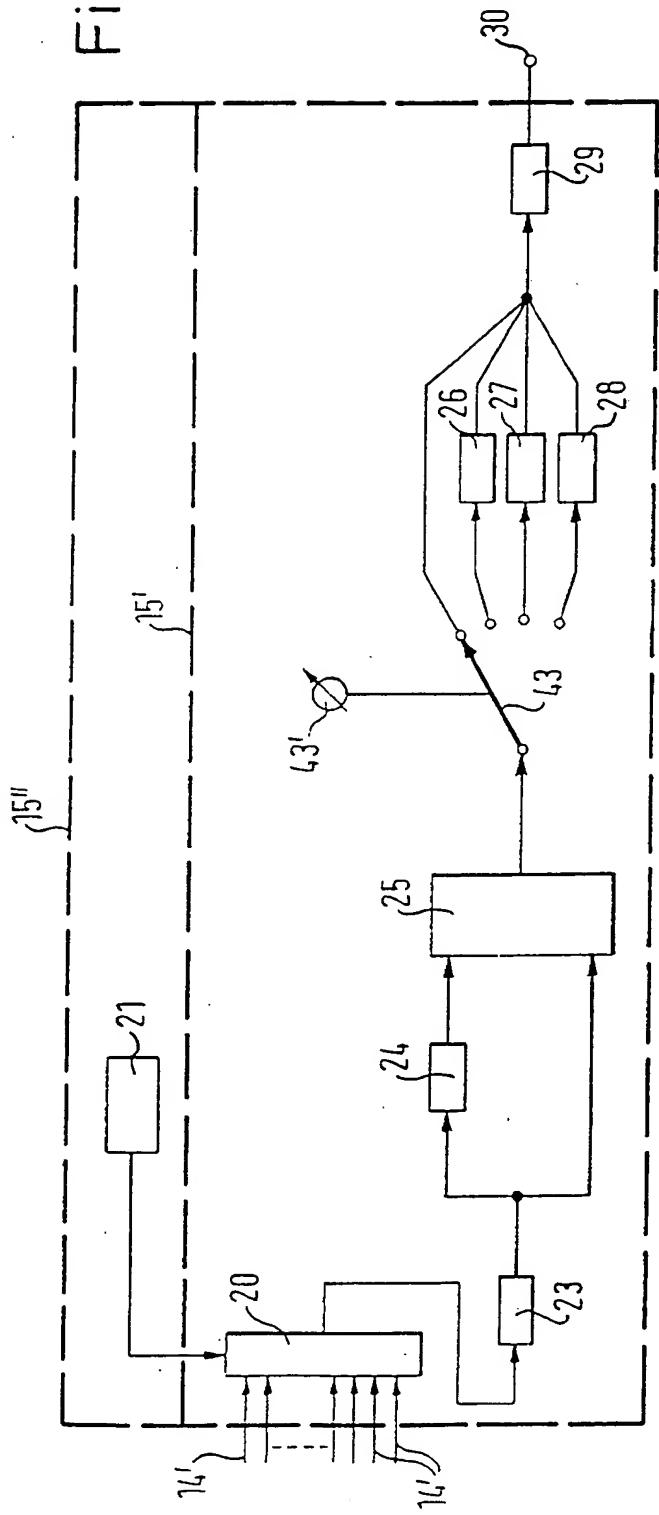
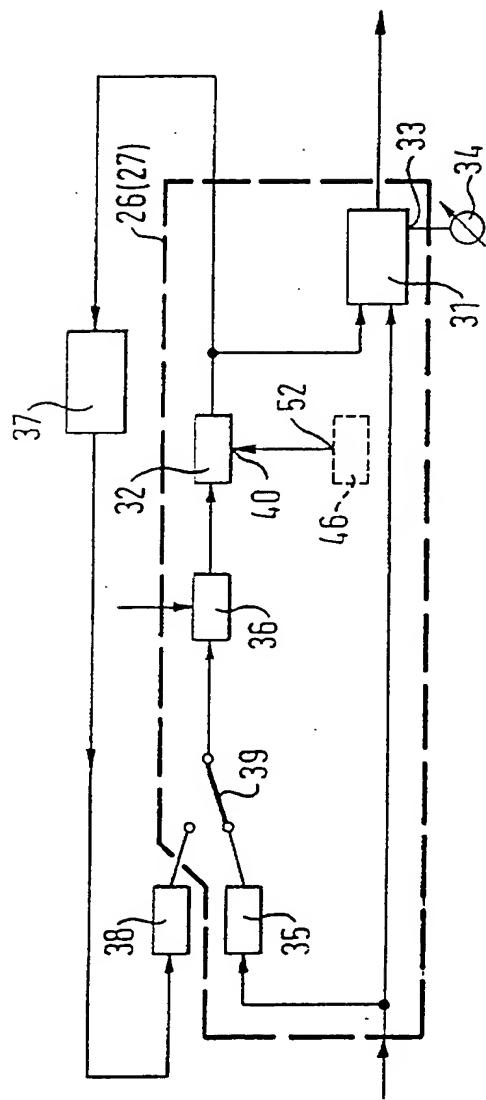
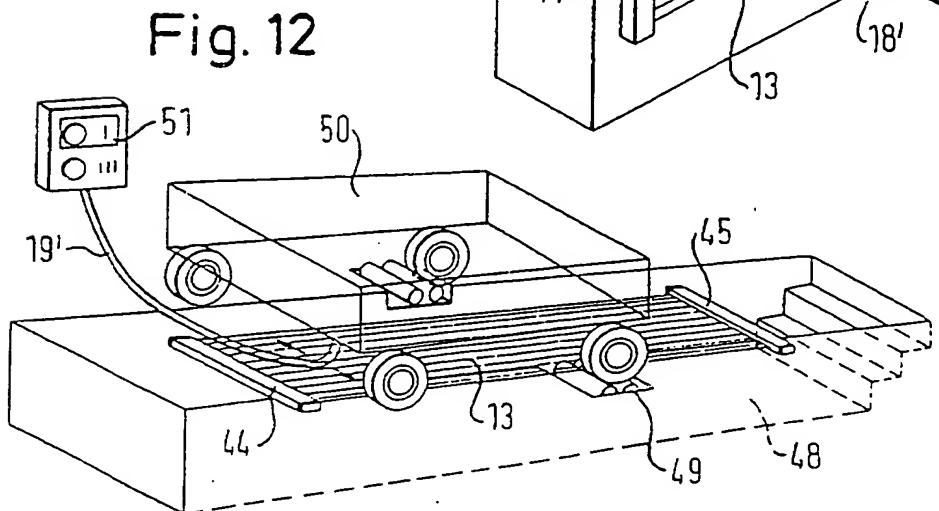
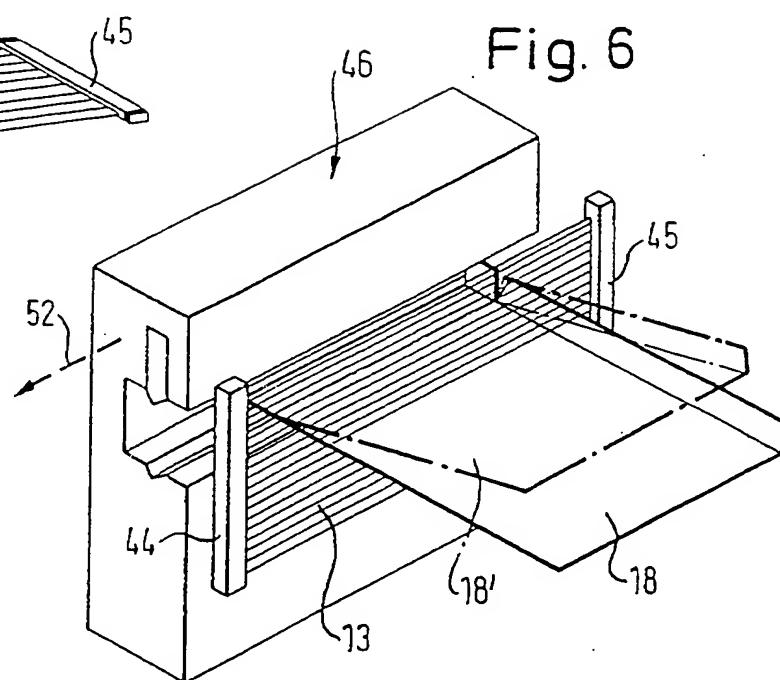
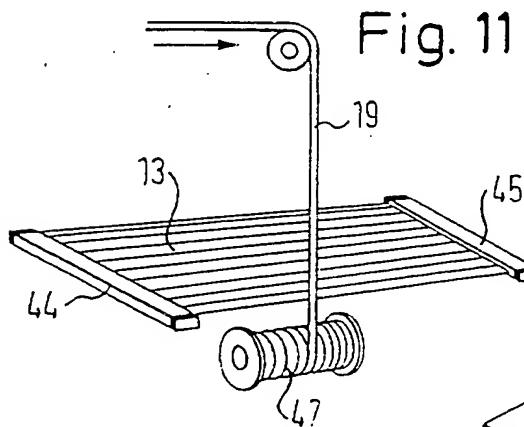
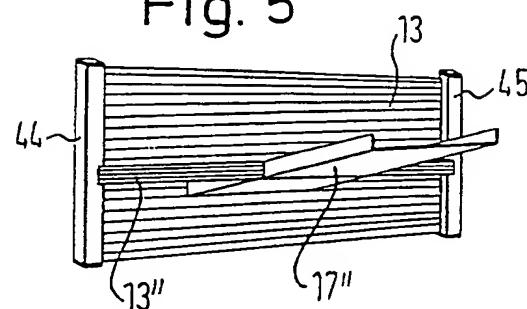
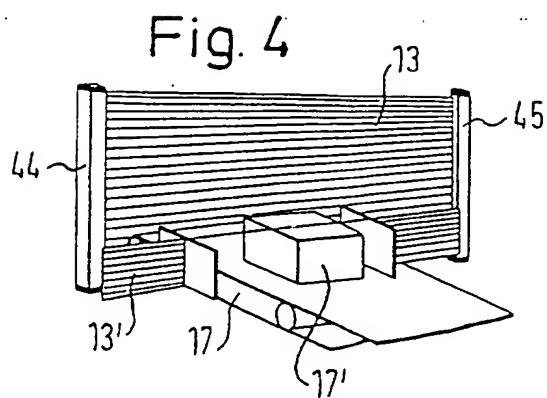


Fig. 3



295006 73

20.01.95

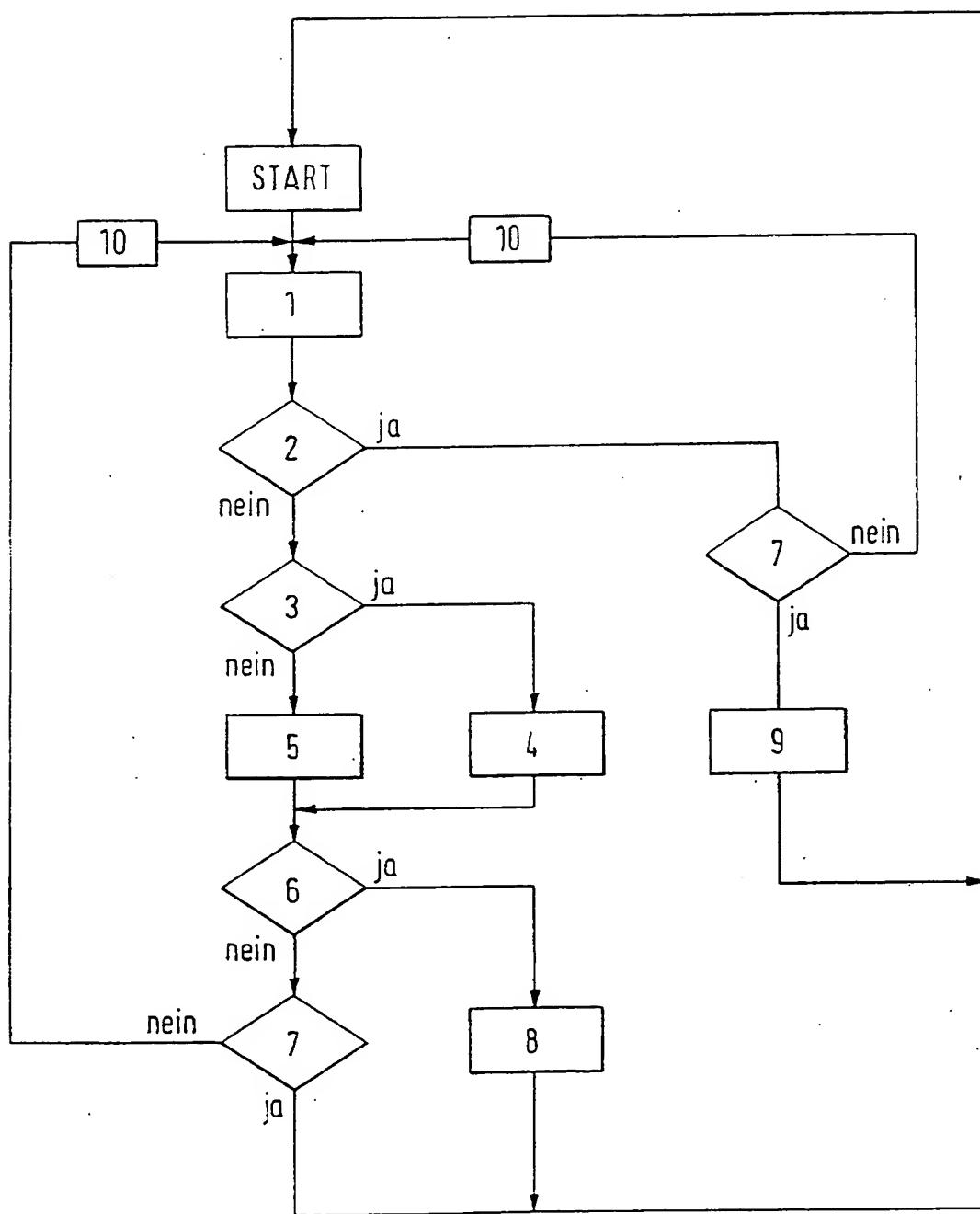


295008 73

20.01.95

4/5

Fig. 7



295008 73

20.01.95

5/5

Fig. 8

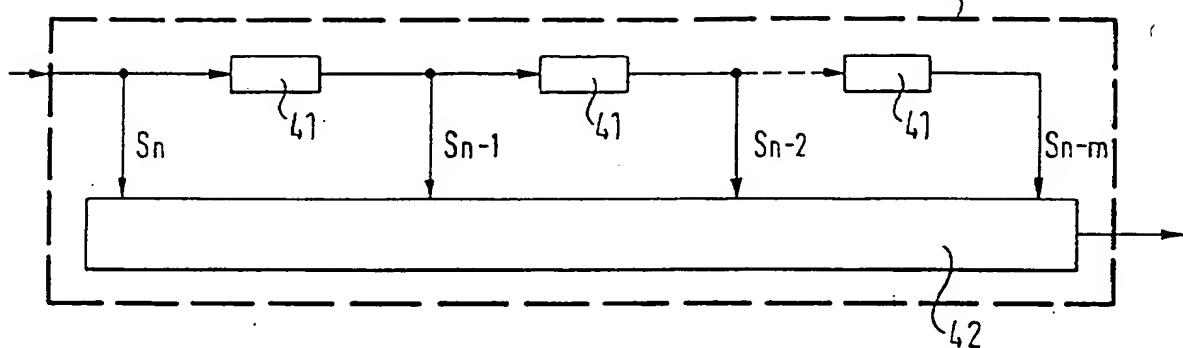


Fig. 9

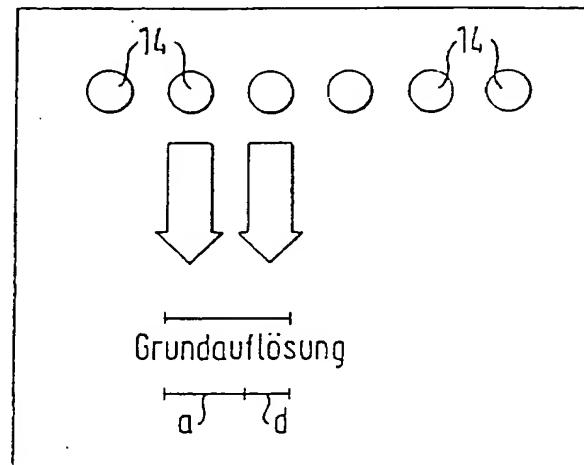
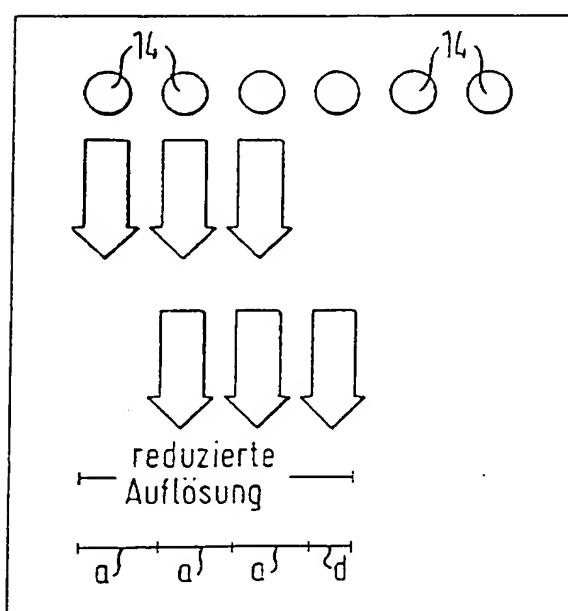


Fig. 10



295006 73

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**